

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



A-281

12/1-74

P6 - 7760

1779/2-74

И.Адам, Г.Байер, М.Гонусек, К.Я.Громов,
Х.-У.Зиберт, В.Г.Калинников, А.Лятушински,
Х.Штрусный, М.Яхим

НОВЫЙ ИЗОТОП ^{161}Yb ($T_{1/2} = 4,2$ мин)

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

P6 - 7760

И.Адам, Г.Байер, М.Гонусек, К.Я.Громов,
Х.-У.Зиберт, В.Г.Калинников, А.Лятушински,
Х.Штрусный, М.Яхим

НОВЫЙ ИЗОТОП ^{161}Yb ($T_{1/2} = 4,2$ мин)

Направлено в "Известия АН СССР"

В ходе исследований короткоживущих удаленных от полосы бета-стабильности изотопов по программе ЯСНАПП в Объединенном институте ядерных исследований /Дубна/ были предприняты поиски новых нейтронодефицитных изотопов редкоземельных элементов с $T_{1/2} \approx 1-10$ мин. В настоящей работе представлены результаты экспериментов, позволивших идентифицировать новый изотоп - ^{161}Yb .

Для получения нейтронодефицитных изотопов редкоземельных элементов мы применяли реакцию глубокого расщепления. Мишени облучались на выведенном пучке синхроциклотрона Объединенного института ядерных исследований. Энергия протонов - 660 МэВ, интенсивность протонного пучка - $5 \cdot 10^{11}$ сек $^{-1}$. Для разделения изотопов по массам служил масс-сепаратор ^{/1/} с трубчатым ионным источником с поверхностной ионизацией ^{/2/}. Для выделения изотопов редкоземельных элементов из облученной мишени использовалось два метода.

В первом случае облучалась танталовая фольга: толщина фольги $0,05$ мм; вес - $0,5$ г. Облученная мишень транспортировалась к масс-сепаратору с помощью пневмопочты и помещалась в ионный источник масс-сепаратора. При нагреве мишени /фольги/ в ионном источнике изотопы РЗЭ диффундировали из мишени и испарялись. Режим нагрева мишени и другие условия работы ионного источника были исследованы в ^{/3/} с целью обеспечения максимальной эффективности выделения и разделения изотопов РЗЭ за минимальное время. Этот метод обеспечивал только разделение продуктов ядерных реакций по их массам без химической элементной сепарации.

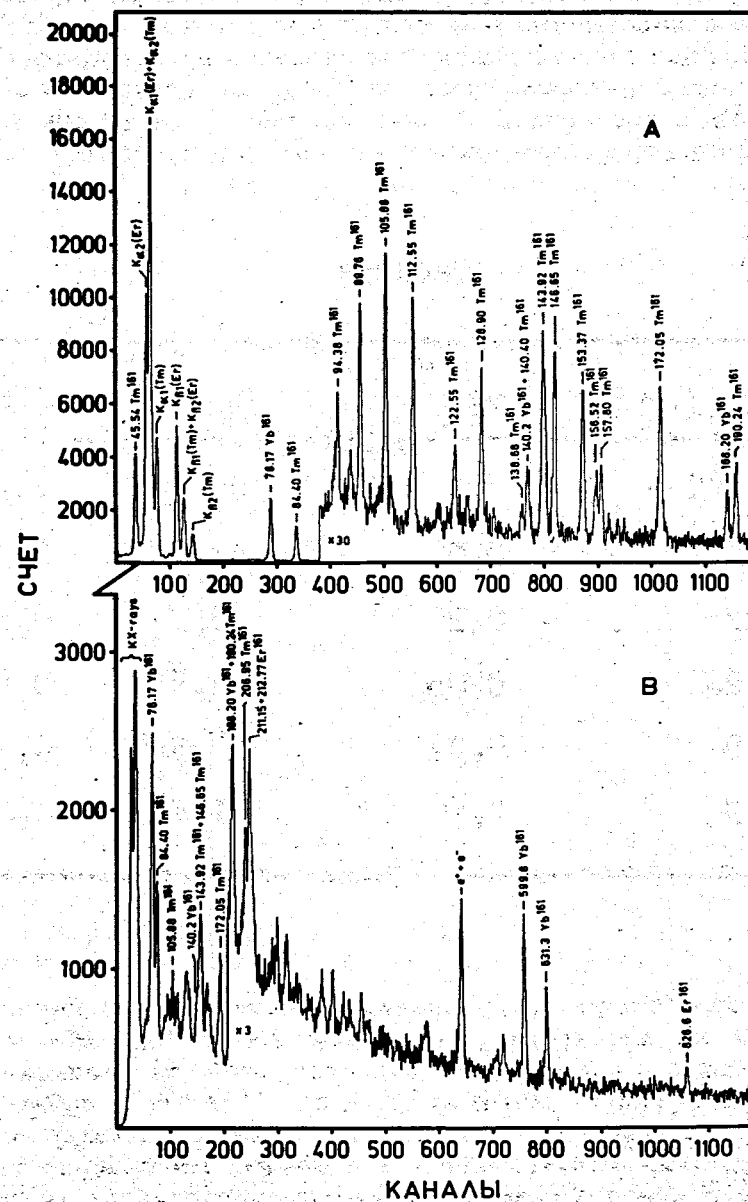
Измерение спектров гамма-лучей разделенных по массам изобар начиналось в этом случае через 5 мин после конца облучения мишени.

Второй метод, обеспечивающий химическое выделение иттербия, состоял в следующем: мишень - 5 г суспензия Ta_2O_5 в 0,1М HCl - облучалась на выведенном пучке протонов. Продукты реакции - РЗЭ в процессе облучения с выходом до 40% переходят в водную фазу /4/. Выделение иттербия из смеси РЗЭ проводилось на хроматографической колонке размером $2 \times 60 \text{ мм}^2$ с использованием катионита Aminex-A5. Элюентом служила α -оксиизомасляная кислота с концентрацией 0,07М и pH = 4,8. Вымывание иттербия происходило через 3-4 мин в одной капле. Производилось быстрое электроосаждение иттербия на вольфрамовую фольгу /5 мм²/, которая и помещалась в ионный источник масс-сепаратора. Измерения спектров гамма-лучей полученных таким образом источников начинались примерно через 20 мин после конца облучения мишени.

Таким образом, первый метод позволял выделить изотопы значительно быстрее и тем самым получить более сильные источники короткоживущих изотопов. Второй метод обеспечивал, помимо определения А, прямую идентификацию Z изотопа.

Для исследований спектров гамма-лучей применялись Ge(Li)-детекторы с чувствительным объемом 0,5 см³, 2,4 см³ и 50 см³. Разрешающая способность детекторов была равна 1,2 и 0,7 кэВ для первых двух детекторов при энергии гамма-лучей 120 кэВ и 3,5 кэВ при энергии гамма-лучей 1333 кэВ для третьего детектора. Для регистрации спектров применялись многоканальные амплитудные анализаторы АИ-4096. Обработка результатов производилась с помощью ЭВМ.

Рис. 1. Спектры γ -лучей изобарного источника с А = 161. Спектр А снят с помощью Ge(Li)-детектора объемом 2,4 см³; спектр В - с помощью детектора объемом 50 см³.



Спектры гамма-лучей трех изобарных источников с $A = 160, 161$ и 162 , полученных первым методом, измерялись одновременно с помощью трех $\text{Ge}(\text{Li})$ -детекторов. Для каждого источника выполнялось последовательно четыре серии измерений спектров; длительность каждой серии составляла 3 мин . На рис. 1 представлены гамма-спектры источника с $A = 161$, измеренные в те-

Таблица

$E_{\gamma} (\text{кэВ})$	ΔE_{γ}	J_{γ}	ΔJ_{γ}
$K_{\alpha 1} (\text{Tm})$		100	7,5
78,17	0,05	48,9	2,7
140,2	0,2	3,3	0,8
188,20	0,08	4,5	0,8
599,8	0,3	38,8	3,2
631,3	0,5	21,0	3,0

чение трех минут сразу после окончания разделения по массам на детекторах с объемом $2,4 \text{ см}^3$ (А) и 50 см^3 (В). Кроме гамма-переходов, следующих за распадом известных ранее изотопов ^{161}Tm и ^{161}Er [5,6], наблюдаются гамма-переходы, энергии и относительные интенсивности которых даны в таблице. Интенсивность этих переходов убывала с периодом полураспада $4,2 \pm$

$\pm 0,2 / \text{мин}$ /рис. 2/. На рис. 3 даны гамма-спектры источников изобар с $A = 160$ (А) и $A = 162$ (В). В этих спектрах наблюдаются гамма-переходы, возникающие при распаде изотопов ^{160}Tm [7], ^{162}Yb и ^{162}Tm [8]. Гамма-переходы, перечисленные в таблице, в этих спектрах не наблюдались.

В спектре гамма-лучей препарата ^{161}Yb , полученного вторым методом, мы наблюдали переход с энергией

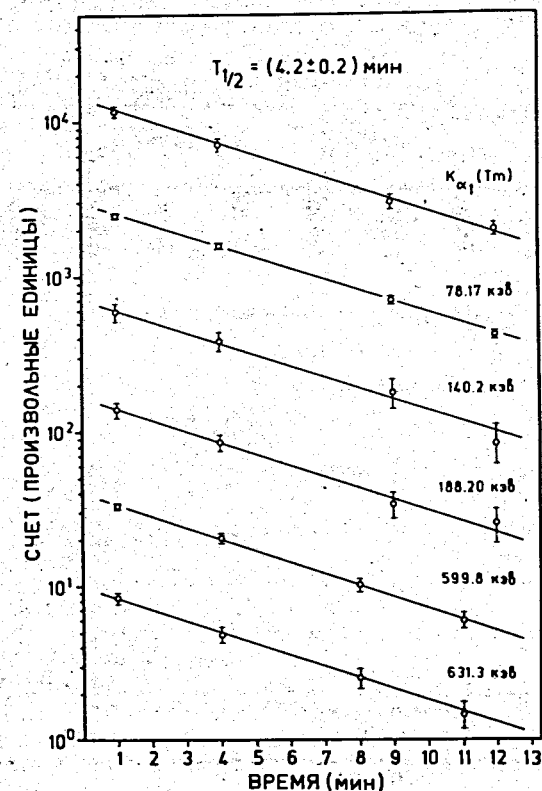


Рис. 2. К определению периода полураспада изотопа ^{161}Yb .

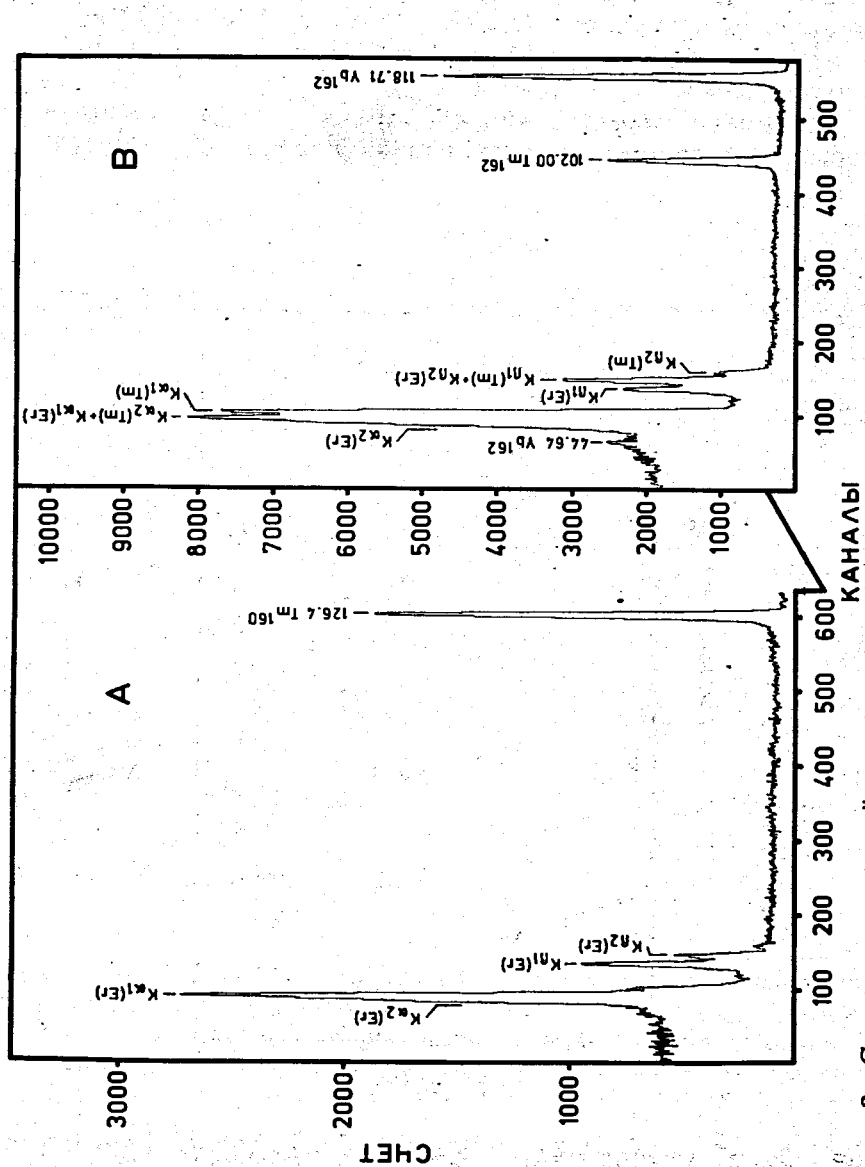


Рис. 3. Спектры γ -лучей изобарных источников с $A = 160$ (А) и $A = 162$ (В), снятые с помощью Ge(Li)-детектора объемом 0,5 см³.

78,17 кэВ, интенсивность которого убывала с периодом полураспада 4,2 мин.

Все эти факты позволяют надежно приписать вновь обнаруженную активность изотопу иттербия с массовым числом 161. Значение периода полураспада хорошо совпадает со значением, полученным при систематике данных о периодах полураспада ядер в области $150 < A < 190$ ^{/9/}, где было найдено значение ≈ 4 мин.

Заметим, что авторы работы /10/ при облучении ¹⁶⁴Er ионами ³He наблюдали гамма-переходы с энергиями 78,3; 600,0 и 631,7 кэВ, интенсивность которых убывала с периодом полураспада /4,1 \pm 0,2/ мин. Предположительно эта активность была приписана изотопу ¹⁶⁰Yb. Наши результаты показывают, что $T_{1/2} = 4,2$ мин и гамма-переходы 78,17; 599,8 и 631,3 кэВ следует отнести к распаду ¹⁶¹Yb.

Авторы считают своим приятным долгом выразить глубокую благодарность С.В.Медведю и персоналу измерительного центра ЛЯП ОИЯИ за большую помощь при выполнении этой работы.

Литература

1. Г.Музиоль, В.И.Райко, Х.Тыррофф. Препринт ОИЯИ, Р6-4487, Дубна, 1969.
2. G.Beyer, E.Herrmann, A.Piotrowski, V.I.Raiko, H.Tyrroff. Nucl. Instr. and Meth., 96, 437 (1971).
3. А.Ляпушински, К.Зубер, Я.Зубер, А.Потемпа, В.Жук. Препринт ОИЯИ, 6-7469, Дубна, 1973.
4. З.Малек, Г.Пфреппер. Препринт ОИЯИ, 12-4013, Дубна, 1968.
5. И.Адам, Г.Байер, Ц.Вывов, К.Я.Громов, Т.А.Исламов, М.Ен, Ф.Молнар, Х.-Г.Ортлепп, Х.Тыррофф, З.А.Усманова, Э.Херрманн, Х.Штрусный, М.Яхим. XXIII совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Тбилиси, 1973, стр. 89. Наука, Ленинград, 1973.
6. K.H.Kaun, L.Funke, P.Kemnitz, H.Sodan, E.Will, G.Winter, K.Ya.Gromov, W.G.Kalinnikov, S.M.Kamolchodjaev, H.Strusny. Nucl.Phys., A194, 177 (1972).

7. Р.Арльп, К.Я.Громов, Х.-У.Зиберт, Т.А.Исламов, М.Ен, Х.Тыррофф, З.А.Усманова, Э.Херрманн, Х.Штрусный. XXII совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Киев, 1972, стр. 129, Наука, Ленинград, 1972.
8. К.Я.Громов, Т.А.Исламов, Г.Исхаков, М.Ен, Х.Тыррофф, З.А.Усманова, В.И.Фоминых, Э.Херрманн, Х.Штрусный. XXII совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. Киев, 1972, Наука, Ленинград, 1972.
9. Р.Арльп, З.Малек, Г.Музиоль, Х.Штрусный. Изв. АН СССР, сер. физ., XXXIII, 8, 1232 /1969/.
10. F.W.N. de Boer, M.H.Cardoso, P.F.A.Goudsmit, P.Koldewijn, J.Konijn and B.J.Maier. Report CERN 70-30, 939 (1971).

Рукопись поступила в издательский отдел
11 февраля 1974 года.